

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 Übersetzung der geänderten
europäischen Patentschrift

97 EP 0 649 327 B 2

10 DE 693 05 351 T 3

51 Int. Cl. 7:
A 62 C 4/00

21	Deutsches Aktenzeichen:	693 05 351.8
86	PCT-Aktenzeichen:	PCT/CA93/00263
98	Europäisches Aktenzeichen:	93 914 576.9
87	PCT-Veröffentlichungs-Nr.:	WO 94/00197
86	PCT-Anmeldetag:	22. 6. 1993
87	Veröffentlichungstag der PCT-Anmeldung:	6. 1. 1994
87	Erstveröffentlichung durch das EPA:	26. 4. 1995
87	Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA:	9. 10. 1996
87	Veröffentlichungstag des geänderten Patents beim EPA:	2. 5. 2002
47	Veröffentlichungstag im Patentblatt:	21. 11. 2002

30 Unionspriorität:
906315 30. 06. 1992 US

73 Patentinhaber:
COMBUSTION CONTROLS, INC., Tulsa, Okla., US

74 Vertreter:
Samson & Partner, Patentanwälte, 80538 München

84 Benannte Vertragsstaaten:
AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LI, LU, MC,
NL, PT, SE

72 Erfinder:
ROUSSAKIS, Nicholas, Toronto, Ontario M4B 3A9,
CA; BROOKER, Dwight, E., Meadow Creek, British
Columbia V0G 1N0, CA

54 FLAMMEN- UND EXPLOSIONSSCHUTZSICHERUNG

Die berichtigte Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 4 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

DE 693 05 351 T 3

DE 693 05 351 T 3

BEST AVAILABLE COPY

THIS PAGE BLANK (USPTO)

693 05 351.8-08

(Europäisches Patent Nr. EP 0 649 327)

5

GEBIET DER ERFINDUNG

10 Diese Erfindung betrifft eine Flammensperrvorrichtung bzw. eine Flammen- und Explosionsschutzsicherung, welche im besonderen Maße zum Löschen jeder Art von sich ausbreitender Abbrennflamme oder Explosionsflamme nützlich ist.

15 HINTERGRUND DER ERFINDUNG

Üblicherweise umfaßt eine Flammensperrvorrichtung Flammenlöschelemente, die einen sehr geringen Durchmesser aufweisen; typischerweise Kanäle mit einem Durchmesser
20 von weniger als 1,02 mm (0.040 Zoll), welche eine Gasströmung ermöglichen, aber eine Flammenübertragung durch Abkühlen bzw. Abschrecken oder Löschen einer Verbrennung verhindern. Dies ergibt sich aufgrund der Übertragung von Wärme (Enthalpie) aus der Flamme (hohe Temperatur) auf
25 die Festkörpermatrix der Kanäle (geringe Temperatur), was effektiv zu einer erheblichen Wärmesenke führt.

Der Abkühlvorgang beruht auf der drastischen Temperaturdifferenz zwischen der Flamme und dem Kanalmatrixmaterial. Als solcher ist dieser ein Transportvorgang,
30 der nicht nur von den Temperaturgradienten abhängt, sondern auch von dem hydraulischen Kanaldurchmesser und den thermischen Leitungseigenschaften (Diffusionsvermögen) des Gases.

35

Die Hitzeverlustrate der Flamme wird erheblich beeinflusst durch das Maß an Turbulenz bzw. Wirbel innerhalb der Flammensperrvorrichtung. Die Turbulenz geht einher mit der Strömung von unverbranntem Gas durch die Flammen-



sperre verursacht durch den Druckanstieg, der mit einer
Flammenfront in Richtung des Elements auftritt. Die durch
die Flamme hervorgerufene Strömung verläuft immer in
dieselbe Richtung, in welche sich die auftreffende Flamme
5 ausbreitet. Der Druckanstieg kann Werte haben von einem
kleinen Bruchteil bis zu mehr als das Hundertfache des
Anfangsabsolutdruckes in dem System vor der Entzündung.

Ein früher Vorschlag für eine Flammensperrvorrichtung,
10 welche für den Betrieb bei allen atmosphärischen Bedin-
gungen ausgelegt ist, ist im US-A 1839655 beschrieben.

Zwei der häufigsten Arten von Flammensperrelementen sind
vom gebogenen bzw. gewellten Bandtyp, wie im US Patent
15 4,909,730 beschrieben, und vom Parallelplattentyp, wie im
kanadischen Patent 1,057,187 beschrieben. Der Hauptvor-
teil dieser Konstruktionen besteht darin, daß es möglich
ist, eine Vorrichtung mit einem eher großen Anteil eines
offenen Strömungsbereiches pro Querschnittseinheit zu
20 konstruieren, während genaue Kanaldimensionen beibehalten
werden. Dies ist sehr wichtig, weil Flammensperren häufig
in Anlagen verwendet werden, bei denen große Mengen an
Gas mit einem minimalen Rückdruck bzw. Rückschlag auf das
System entlüftet werden müssen. Es ist allgemein
25 anerkannt, daß selbst kleine Abweichungen in den Kanal-
dimensionen die Flammensperroleistungsfähigkeit beein-
trächtigen können. Dies kann auf Flammensperren mit
geradem Verlauf bezogen werden, weil die Gasströmung dort
einen geraden Pfad von dem Kanaleingang zu dem Ausgang
30 durchläuft.

Ein Hauptnachteil der gradlinigen Einheiten besteht
darin, daß diese der Flamme die Wärme nicht besonders ef-
fektiv entziehen. Nach einer üblicherweise durch Her-
35 steller verwendeten Methode, um die geringe Wärmeüber-
tragungseffizienz von Einheiten mit geradem Verlauf zu

überbrücken, wird der hydraulische Durchmesser der geradlinigen Kanäle weiter reduziert. Auf diese Weise wird beabsichtigt, die Wärmeübertragungseffizienz durch Erhöhen des seitlichen Bereiches vom Wärmeverlust pro Volumeneinheit der Flammenfront zu erhöhen. Jedoch erhöht die Durchmesserverringerng die Tendenz zur Laminarströmung, was umgekehrt die Wärmeübertragung weiter verringert. Auch werden die Kanäle mit reduziertem Durchmesser durch Flüssigkeiten oder Teilchen, die üblicherweise in dem System anwesend sind, verstopft und verunreinigt.

Eine weitere häufig verwendete Methode, um die geringe Wärmeübertragungseffizienz von geraden Kanälen zu überwinden, besteht darin, ein Element zu konstruieren, welches vollständig aus Kanälen mit einem gekrümmten bzw. gewundenen Verlauf besteht. Beispiele davon enthalten gestapeltes Streckmetall oder ein Drahtnetz bzw. -gewebe, Sintermetall oder Keramik, Füllkugeln und Stopfstahlwolle. Die Nachteile von Elementen mit gekrümmtem Verlauf bestehen darin, daß diese leicht verstopfen, schwierig zu reinigen sind und unakzeptabel hohe Strömungsdruckverluste aufweisen, was dazu führt, daß ausgesprochen große Element-Strömungsquerschnitte erforderlich werden.

Es gibt mehrere Beispiele von dieser Art von Systemen, wie sie beispielsweise in früheren Patenten angegeben sind. Beispiele für Drahtgewebesysteme sind im U.S. Patent 1 701 805 und im kanadischen Patent 666,952 beschrieben. Das Drahtgewebeelement umfaßt mehrere Schichten, welche als Flammenströmungsunterbrecher fungieren. Andere Systeme, welche gekrümmte Wege für die Gasströmung ausbilden, sind in den kanadischen Patenten 565,942 und 709,337 beschrieben. Derartige gekrümmte Wege werden durch Kugeln, Teilchen oder ähnlichem erzeugt, welche ebenfalls in einem im U.S. Patent 2,044,573

beschriebenen System verwendet werden.

Ein System mit gebogenen Band- und Laminarströmungskanälen für das Flammensperrelement sind in den U.S. Patenten 2,087,170, 2,789,238 und 3,287,094 beschrieben.

Andere Arten von Systemen umfassen eingepaßte Platten, wie sie beispielsweise in den U.S. Patenten 1,826,487, 1,960,043, 2,068,421, 2,186,752, 2,618,539, 2,758,018 und 3,903,646 beschrieben sind. Bei diesen Flammensperren sind die Platten in einer Weise eingepaßt, um Flammenlöscheigenschaften durch Wärmeübertragung von der Flammenfront auf das Flammensperrelement zu erzielen.

Wie bereits angemerkt, besteht die Schwierigkeit mit diesen Flammensperrsystemen darin, daß die Kanäle, durch welche die Flammenfront strömt, eine Laminarströmung in der Flammenfront erzeugt. Dies ist ungünstig vom Standpunkt aus gesehen, um Hochdruckflammen, insbesondere Explosionen, zu sperren bzw. aufzuhalten. Es wurde jedoch herausgefunden, daß zusätzliche Veränderungen an einer Sperrvorrichtung mit einer Metallgewebeplattenkonstruktion oder einer Bandmetallplattenkonstruktion durchgeführt werden müssen, um ein Löschen einer Flamme vom Explosionstyp zu garantieren. In dem U.S. Patent 4,909,730 ist eine Explosionshemmungsvorrichtung stromauf der Flammenkühlelemente angeordnet. Versuche haben gezeigt, daß die Anwesenheit der becherförmigen Explosionshemmungsvorrichtung, welche auftreffende Stoß- bzw. Schockwellen aufgrund der Explosion erheblich dämpft, die gesamte Leistungsfähigkeit der Flammensperre mit dem Standardtyp von Bandmetall-Wärmeübertragungsflammensperrelementen erheblich verbessert. Jedoch bewirkt die Verwendung des Explosionshemmungsbeckers ein erhebliches Strömungshindernis in dem Gasentlüftungssystem und macht die Herstellung der Vorrichtung

aufwendiger.

Obwohl Systeme zur Verfügung stehen, welche Flammenfronten vom Abbrenntyp der Explosionstyp sperren bzw. aufhalten können, benötigen derartige Systeme die Verwendung von Elementkonstruktionen, welche einen erheblichen Rückdruck entwickeln. Konstruktionen, welche die Wärmeübertragung der Flammenfront auf die Sperr-
elemente verbessern, haben den Anschlagsströmungs-
begrenzungsfaktor der Kanäle mit geringem Durchmesser, welche zu einer Laminarströmung führen. Hierdurch wird die Effektivität der Wärmeübertragung von der Flammenfront zu den Elementen aufgrund des Grenzschichteffektes der Laminarströmung Kanäle mit geringem Durchmesser des Elementes verringert. Daher besteht weiterhin ein Bedürfnis nach einer Flammensperrvorrichtung, welche alle Arten von sich ausbreitenden Flammen von Abbrenntypen bis zu Hochdruckexplosionstypen löschen kann, ohne die übliche Gasströmung durch die Sperrvorrichtung übermäßig zu behindern.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

Die erfindungsgemäße Vorrichtung enthält spezielle Elemente, welche herkömmliche Bauweisen für Sperrelemente zum Löschen oder Kühlen von verschiedenen Arten von sich ausbreitenden Flammen, und zwar von Niederdruck-Abbrennflammen bis zu Hochdruck-Explosionsflammen, erlauben.

30

Nach einem Aspekt der Erfindung wird eine Vorrichtung nach Anspruch 1 vorgesehen.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNG

Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt, wobei

- 5
- Figur 1 schematisch eine Flammensperre innerhalb eines Abgasrohres für einen Öltank zeigt;
- Figur 2 ein Querschnitt durch die Flammensperre von Figur 1 ist;
- 10 Figur 3, welche zu Figur 1 gehört, die gestapelten bzw. geschichteten Elemente nach dem bevorzugten Ausführungsbeispiel dieser Erfindung zeigt;
- Figur 4, welche zu Figur 2 gehört, eine Explosionsansicht der wirbelhervorrufenden Vorrichtung ist, welche zwischen den beiden Flammensperrelementen angeordnet ist;
- 15
- Figur 5 eine Explosionsansicht von benachbarten Elementen ist, wobei die wirbelhervorrufende Vorrichtung zwischen den Elementen angeordnet ist;
- 20 Figuren 6, 7 und 8 welche zu Figur 5 gehören, vergrößerte Ansichten von alternativen Formen von Flammensperrelementen sind.

25 DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSBEISPIELE

Es versteht sich, daß Flammensperren bzw. Flammensperrvorrichtungen oder, allgemein gesprochen, eine Vorrichtung zum Löschen oder Kühlen von Flammen in verschiedenen Anwendungen Einsatz finden, wie bei der Diskussion der bekannten Systeme gezeigt wurde. Figur 1 ist daher so zu verstehen, daß dort eine der Verwendungsarten der Flammensperre dieser Erfindung dargestellt ist. Ein Speichertankzug 10 für eine entflammbare Flüssigkeit, welche entflammbare Gase erzeugt, weist eine

30

35

Abzug- bzw. Abgasleitung 12 auf. In der Regel weist die Abgasleitung 12 eine Abfackelvorrichtung 14 zum Verbrennen von entweichenden Gasen auf. Das übliche Problem mit dieser Anordnung besteht darin, daß die Abfackelvorrichtung 14 eine Flammenfront erzeugen kann, welche durch die Leitung 12 nach hinten in den Tank hinein fließt, wobei eine Explosion innerhalb des Tankes verursacht wird. Der Zweck der Flammensperre 16 besteht darin, die Wanderung dieser Flammenfront durch die Leitung 12 und in den Tank hinein zu verhindern. Wie in Figur 2 detaillierter veranschaulicht ist, umfaßt die Flammensperre 16 einen Einlaß 18 und einen Auslaß 20. Der Einlaß umfaßt einen Kopplungsflansch 22 und der Auslaß umfaßt ebenfalls einen Kopplungsflansch 24, um auf herkömmliche Art und Weise die Verbindung der Flammensperre mit der Leitung, innerhalb welcher Flammen gesperrt bzw. aufgehalten werden sollen, zu erleichtern. Aus dem Querschnitt von Figur 2 und der nachfolgenden Diskussion verschiedener Ausführungsbeispiele der Erfindung ergibt sich allerdings, daß die Flammensperre in beiden Richtungen wirkt, so daß die Ein- und Auslässe für die Sperre vertauscht werden können. Um jedoch die Diskussion der Einheit zu erleichtern, werden die Ein- und Auslässe auf der Grundlage ihrer Positionierung in einer Leitung betrachtet, wobei die Strömungsrichtung durch die Pfeile 26 und 28 festgelegt ist.

Auf der anderen Seite der Flammensperre befindet sich eine Kammer 30, deren Querschnittsbereich etwa dem Eingang 32 zu der Flammensperrvorrichtung, allgemein bezeichnet mit 34, entspricht. Die Einlaß 30 wird durch eine sich aufweitende Haube 36 festgelegt, welche eine ausreichende strukturelle Festigkeit aufweist, um im Falle einer Hochdruck-Explosionsflammenfront nicht zerstört zu werden. Die Flammenlöschvorrichtung 34 ist in einer zylindrischen Hülse 38 untergebracht. Die

5 zylindrische Hülse 38 hat eine innere Oberfläche 40,
welche an den Umfang der Flammenlöschelemente angrenzt,
um als Dichtung gegenüber der Einlaßkammer 38 zu wirken,
so daß sichergestellt ist, daß alle durch den Einlaß
10 strömende Gase nur durch die Flammensperrvorrichtung 34
strömen. Der Auslaß 20 umfaßt eine Auslaßkammer 42,
welche sich auf die Größe des Auslasses 20 verjüngt. Die
Auslaßkammer 42 wird durch eine Haube 44 festgelegt,
welche ebenfalls aus einem Material besteht, welches dem
15 Druck der Explosionsflammenfronten standhält. Beide der
Einlaß- und Auslaßhauben 36 und 34 sind mit Manschetten
46 und 48 ausgestattet. Die Manschetten 46 und 48 ent-
halten Öffnungen 50, durch welche ein Gewindestift 52
ragt und mittels Schraubmuttern 54 befestigt wird. Dies
15 hält bzw. klammert die Hülse 38 in einer Position, in
welcher die Flammensperrvorrichtung 34 ortsfest gehalten
und gesichert wird. Dies um sicherzustellen, daß die
Flammensperrvorrichtung 34 nicht zwischen den Einlaß- und
Auslaßhauben eingedrückt wird und außerdem sicher-
20 zustellen, daß die Elemente in Position gehalten werden.
Ferner sind Elemententräger 46 und 58 an dem Einlaß und
dem Auslaß vorgesehen, um ein Aus- bzw. Wegblasen der
Elemente durch fortschreitende Hochdruck-Flammenfronten
zu verhindern. Die Träger sind zwischen dem Einlaß- und
25 den Auslaßlöschelementen 60 und 62 und den jeweiligen
Manschetten 46 und 48 geschichtet oder verkeilt.

Die Flammenlöschvorrichtung 34 nach diesem speziellen
Ausführungsbeispiel umfaßt zwei separate Löschelemente 60
30 und 62 an den jeweiligen Endabschnitten an der Vor-
richtung und zwei Zwischenelemente 64 und 66. Es versteht
sich jedoch, daß je nach den Leistungskriterien, so wenig
wie zwei Elemente oder mehr als drei oder vier Elemente
vorhanden sein können. Jedes Element umfaßt eine ge-
35 krümmte bzw. gewellte Bandmetallfolie von ungefähr 0,25
mm (0,01 Zoll). Das gewellte Metallband ist um einen

festen Dorn 68 gewickelt. Wie in Figur 3 gezeigt ist, können die gewellten Metallabschnitte aus Ringelementen 70 bestehen, die übereinander geschichtet sind, oder sie können spiralförmig um den Dorn 68 gewunden sein. Weitere
5 Details der gewellten Metallelemente sind in Zusammenhang mit der vergrößerten Ansicht von Figur 4 beschrieben. Wie in Figur 3 gezeigt ist, werden die äußeren Umfangsabschnitte 72 der Elemente berührt und umfaßt durch die innere Oberfläche 40 der Sperrhülse 38. Wie
10 weiter dargestellt ist, haben die wirbelhervorrufenden oder aerodynamischen Störvorrichtungen 84 eine Dicke, die beträchtlich geringer als die longitudinale Länge eines jeden Elements ist. Die Vorrichtungen haben in der Regel weniger als 10 % jeder Elementenlänge und haben
15 vorzugsweise eine Dicke im Bereich des hydraulischen Durchmessers der Elementenkanäle. Wie in Figur 3 ebenfalls dargestellt ist, ist der Elemententräger 58 ein Ring 74 mit einem inneren Gitter, welches durch Kreuzelemente 76 und 78 festgelegt wird. Die Innenseite
20 80 des Trägerteils grenzt an die Außenkante des jeweiligen Elements 63 in der in Figur 2 dargestellten Art und Weise. Dessen äußerer Umfang 82 ist innerhalb der Hülse 38 angeordnet, welche die Elemente derart umgibt, daß sich eine abgeschlossene Hülse bzw. eine Kartridge ergibt. Dieses Merkmal der Abgeschlossenheit bzw. Unab-
25 hängigkeit des Flammensperrelements sorgt für eine schnelle Reparatur und einen Austausch des Flammensperrelements. Die Gewindestifte werden dabei entfernt, was ein Abnehmen der Flammensperre, und zwar der Hülse 38 zusammen mit den darin enthaltenen Elementen, ermöglicht.
30 Die Einheit kann dabei einfach ersetzt oder die Elemente aus der Hülse herausgeschlagen und neue Elemente eingefügt werden. Wie im Zusammenhang mit den verbleibenden Zeichnungen diskutiert wird, erleichtert die Bauweise dieses Systems den Einsatz von breiteren Kanälen in
35 den Flammenlöschelementen, so daß die Notwendigkeit des

Entfernens oder Auseinanderbauens der Flammensperre, um eine Reinigung zu ermöglichen, erheblich reduziert ist.

Wie in Figur 4 gezeigt ist, besteht der sich von bekannten Vorrichtungen unterscheidende Aspekt dieser Erfindung in der Verwendung der wirbelhervorrufenden Vorrichtungen, welche zwischen den Elementen 60, 62, 64 und 66 angeordnet sind. Die wirbelhervorrufende Vorrichtung 84 umfaßt eine Vielzahl von Flächen, welche die Strömung der Flammenfront von einem stromaufwärtigen Element 60 in ein stromabwärtiges Element 64 in Strömungsrichtung 26 umlenken oder unterbrechen. Das Element 66 weist mehrere Kanäle auf, welche durch das gewellte Metallband 86, das zwischen Hüllen 88 und 90 angeordnet ist, festgelegt sind. Diese Kanäle, welche sich in longitudinaler Richtung parallel zum Pfeil 26 ausbreiten, bewirken die Wärmeübertragung von der Flammenfront in die Elemente, welche aus wärmeleitendem Metall gefertigt sind, z.B. aus Kupfer, Aluminium, Edelstahl, Stahlverbindungen und ähnlichem. Die Kanäle 92 weisen einen hydraulischen Durchmesser auf, der eine ausreichende Strömungsverteilung bewirkt, um die Wärmeübertragung von der sich ausbreitenden Flammenfront auf die Elemente durch zur Verfügung stellen einer größtmöglichen Flächenausdehnung zu optimieren, ohne eine Strömung übermäßig zu behindern oder einen Rückdruck bei hohen Strömungsraten zu erhöhen. Entsprechend herkömmlicher Techniken ist der hydraulische Durchmesser der Kanäle 92 proportional zur Querschnittsfläche des Kanals geteilt durch den benetzten Gesamtumfang des Kanals. Die spezifische Formel für einen definierten Kanal wird angegeben als

35

$$\text{hydraulischer Kanaldurchmesser} = \frac{4 \times \text{Querschnittsfläche des Kanals}}{\text{benetzter Gesamtumfang des Kanals}}$$

Die Kanäle 92 haben eine Länge, welche in der Regel eine Laminarströmung in der Flammenfront erzeugen, sobald diese durch die Länge des Kanals strömt. Die wirbel-
5 hervorruhenden Vorrichtungen 84, welche die Strömung der sich ausbreitenden Flammenfront umlenken oder unterbrechen, erzeugen Wirbel bzw. Turbulenzen, so wie sie durch Wirbelstromlinien 94 angegeben sind, welche in der Flammenfront hervorgerufen werden, bevor diese in das
10 nächste Element 64 eintritt. Auf diese Art und Weise wird die Grenzschichtdicke der Laminarströmungsflammenfront, soweit diese bei Element 60 existiert, vor dem Eintritt in das nächste Element aufgebrochen oder wenigstens drastisch herabgesetzt, um auf diese Weise die Wärme-
15 Übertragungskapazität auf die Elemente erheblich zu verbessern und eine Flammenlöschung zu fördern. Überraschenderweise wurde festgestellt, daß bei der Verwendung dieser wirbelhervorrufenden Elemente es nicht notwendig ist, in Verbindung mit den gewellten Metall-
20 elementen irgendwelche anderen Vorrichtungen vorzusehen, um eine Flammenlöschung bei Explosionsflammenfronten zu erreichen. Wie in den nachfolgenden Versuchen gezeigt wird, liefern die wirbelhervorrufenden Vorrichtungen erheblich bessere Resultate im Vergleich zu bekannten
25 Vorrichtungen, insbesondere Vorrichtungen mit gewellten Metallflammenlöschelementen.

In Figur 5 ist die Anordnung des wirbelhervorrufenden Elements 84 dargestellt. Vorzugsweise weist das Element
30 84 eine ausreichende Festigkeit auf, so daß dieses zwischen dem stromabwärtigen Kantenabschnittes 96 von Element 60 und dem stromaufwärtigen Kantenabschnittes 98 des stromabwärtigen Elements 64 verkeilt werden kann. Die wirbelhervorrufende Vorrichtung 84 weist tatsächlich
35 gegenüberliegende Kantenabschnitte 100 und 102 auf, welche Kanten 96 und 98 berühren, um die Vorrichtung 84

zu halten und zu positionieren und gleichzeitig die Elemente 60 und 64 voneinander zu beabstanden. Das Element 84 weist mehrere geneigte Flügel 104 auf, welche die Strömung von Gasen in Richtung des Teils 26 durch einen Kanal 92 vom Element 62 in einen Kanal 92 vom Element 64 behindern bzw. umlenken. Wie bereits im Zusammenhang mit Figur 4 dargestellt wurde, verursacht eine derartige Anordnung der Flügel 104 sich ausbreitende Wirbelströmungen 94, so daß sich die Strömung innerhalb des Kanals 92 turbulent ausbreitet, - mit etwas Strömungsausrichtung, sobald die Gase sich der stromabwärtigen Seite des Kanals 92 des stromabwärtigen Elements 64 nähern.

Die wirbelhervorrufende Vorrichtung 84 mit den geneigten Flügeln 104 kann in einer Vielzahl von Formen und Arten konstruiert sein.

Es versteht sich ferner, daß die Flammenlöschelemente in Figur 3 unterschiedliche Gestalten haben können, wie etwa die in den Figuren 6, 7 und 8 gezeigten. In Figur 7 ist ein Röhrenbündel 124 vorgesehen, welches separate Röhren 126 umfaßt, welche den notwendigen hydraulischen Durchmesser haben, um eine Flammenlöschung zu bewirken. In ähnlicher Weise wird bei der Parallelplatten-vorrichtung 128 gemäß Figur 7 der hydraulische Durchmesser festgelegt durch den Abstand 130 zwischen Platten 132 und 134, derart, daß eine Flammenlöschung bewirkt wird. Das Gittersystem 136 gemäß Figur 8 umfaßt sich senkrecht schneidende Leitflächen 138, welche die durch das Element 136 verlaufende Kanäle 140 festlegen. Es versteht sich, daß diese Ausgestaltungen auch aus anderen Materialien als aus Metall gefertigt sein können, z.B. Kunststoff, Keramik, Glas u.ä. Es versteht sich, daß die Zeit zum Löschen der Flamme üblicherweise weniger als eine Sekunde beträgt. Während dieses relativ kurzen

Intervalls erwärmen sich die Elemente nicht auf eine Temperatur, welche diese beschädigen könnte. Diese Masse der Elemente und deren relativ geringe Temperatur verhindern ein Überhitzen der Elemente.

5

Obwohl man sich nicht an eine bestimmte Theorie im Zusammenhang mit der überraschend verbesserten Leistung dieser Art von Flammensperrvorrichtung binden möchte, wird die Meinung vertreten, daß bei den bekannten Vorrichtungen der hydraulische Durchmesser der Kanäle, welcher zum Bewirken einer Löschung von Explosionsflammen und Arten von Abbrennflammen benötigt wird, Laminarströmung der Flammenfront durch die Kanäle fördert. Diese Laminarströmung entwickelt eine Grenzschicht für Gasturbulenz, welche den Wärmeübertragungswiderstand von der Flammenfront auf die Metallelemente erheblich erhöht. Hierdurch wird es notwendig, entweder die Flächenausdehnung zu erhöhen, um eine Flammenlöschung zu bewirken, oder die Längenausdehnung der laminaren Strömungskanäle um ein Vielfaches zu vergrößern. Im Gegensatz dazu verringern die wirbelhervorrufenden Vorrichtungen dieser Erfindung die Grenzschichtdicke in der fortschreitenden Flammenfront innerhalb der Kanäle auf ein Minimum, so daß eine erhöhte Wärmeübertragung erreicht wird, und zwar überraschenderweise um ein Ausmaß, derart, daß in der Einheit keine zusätzlichen Vorrichtungen notwendig sind, wie etwa Explosionshemm-
vorrichtungen, um ein Abkühlen von Hochdruck-Explosionsflammenfronten zu bewirken.

30

Mit Rücksicht auf diese verbesserte Leistungsfähigkeit wegen der in der Flammensperre dieser Erfindung verwendeten Flammenlöschelemente kann die Vorrichtung mit Kanälen konstruiert werden, welche hydraulische Durchmesser aufweisen, die für mehr als akzeptable Strömungs- und Druckabfalleigenschaften trotz deren verbesserter

35

Leistungsfähigkeit sorgen. Dies ermöglicht eine Bauweise des Abschnittes mit geradem Verlauf der Flammensperrelemente mit akzeptablen hydraulischen Kanaldurchmessern, welche ein Verstopfen verhindern und
 5 ebenfalls eine Reinigung erleichtern, soweit diese überhaupt notwendig ist. Diese Art von Element ist einfach in einer Form zu konstruieren, welche wiederholten hohen Druckstößen von mit einer Explosionswelle oder mit
 10 Flammenfronten einhergehenden Überschallschockwellen aushalten kann. Es versteht sich ebenfalls, daß die Vorrichtung zum Löschen von Flammen nach der vorliegenden Erfindung mit einer Vielzahl von entflammbaren gasförmigen Gemischen eingesetzt werden kann. Die häufigsten Anwendungen beinhalten das typische Alkankohlen-
 15 wasserstoffdampfgemisch mit Luft, zum Beispiel Methan, Propan und Äthan. Die Erfindung eignet sich auch für entzündbare Gase, welche schwieriger zu löschen sind, z.B. Äthylen, Acetylen, Wasserstoff, Schwefelwasserstoff, u.ä. Die Vorrichtung kann auch in Anwendungen zum
 20 Flammensperren verwendet werden, welche reinen Sauerstoff oder mit Sauerstoff angereicherte Luft beinhalten, wobei diese auch Hochdruck-Explosionsflammenfronten, welche zusammen mit derartigen entzündbaren Gemischen auftreten, aushalten kann. Es wurden Versuche ausgeführt, um die
 25 bessere Leistungsfähigkeit der Flammensperrvorrichtung gemäß der Erfindung zu zeigen. Dabei wurde eine Standardversuchseinheit verwendet, um das Funktionieren oder Nicht-Funktionieren von verschiedenen Flammensperrkonstruktionen zu bestimmen. Die Versuchseinheit ist entsprechend
 30 herkömmlicher Flammensperrversuchstechniken aufgebaut, welche im nachfolgenden kurz beschrieben werden.

Das Flammensperrversuchssystem ist aus drei Abschnitten
 35 aufgebaut: die Zulaufseite, die Versuchsflammensperre und die geschützte Seite. Obwohl die Einheit hier nur kurz

beschrieben wird, kann diese in verschiedenen Bezugstexten gefunden werden. Insbesondere können die Richtlinien für die Einheit in detaillierterer Form im Canadian Standards Associated Standard 2343 (überarbeitete Ausgabe im März 1993 veröffentlicht) gefunden werden. Der Zulaufabschnitt besteht aus 12,19 m (40 Fuß) langen von 76,2 mm (3 Zoll) Stahlröhren. Zündkerzen sind in 1-Fuß-Intervallen entlang der gesamten Länge installiert, um veränderliche Bedingungen der Flammenankunft an der Flammensperrseite zu ermöglichen. Im allgemeinen nimmt der Ankunfts- bzw. Auftreffdruck mit zunehmendem Abstand der Zündung von der Sperre zu. Am von der Sperre am weitesten entfernten Ende sind 3-Fuß-lange Flammenbeschleuniger vorgesehen, um die Bildung von Explosionen innerhalb der begrenzten Versuchszulaufänge zu ermöglichen. Ferner ist ein Druckwandler im Abstand von ungefähr 6 Zoll von dem Einlaßflansch der Sperrvorrichtung angeordnet, um den Flammenankunftsdruck zu überwachen. Ferner ist ein Flammenüberprüfungsthermoelement im selben Abstand vom Einlaßflansch vorgesehen.

Auf der geschützten Seite können zwei unterschiedliche Explosionsabluftbedingungen untersucht werden: ein offenes Ende und ein verschlossenes bzw. verengtes Ende. Das Rohr mit offenem Ende ist 3,05 m (10 Fuß) lang, während das Rohr mit verengtem Ende 0,61 m (2 Fuß) lang ist mit einem 12,7 mm (1/2 Zoll) Durchmesser mit einem 158,75 mm (6 Zoll) langen Lüftungsabschlußstück, welches an dem Ende befestigt ist. Ein Flammenüberwachungsthermoelement ist an der geschützten Seite vorgesehen, um einen Flammensperrausfall zu überwachen. Ebenfalls wird ein Druckwandler verwendet, um Drücke an der geschützten Seite zu überwachen. Der Versuchsvorgang besteht darin, das Versuchssystem mit einem 4,2 %-igen Propan-Luft-Gemisch zu spülen, zu zünden und die Flammensperrlei-

stungsfähigkeit zu bewerten.

In dem oben erwähnten U.S. Patent 4,909,730 wurde ein mit dem zuvor beschriebenen System vergleichbares Versuchssystem beim Testen der Flammensperrvorrichtungen verwendet, welche verschiedene Arten von Elementkonstruktionen sowie die Verwendung eines Explosionshemmungsbeckers beinhalten. Unter den verschiedenen untersuchten Konstruktionen ist es interessant, die Ergebnisse der Versuche an den Elementkonstruktionen von Figur 16 dieses U.S. Patentes hervorzuheben. Diese Konstruktionsvariante besteht aus mehreren individuellen Elementen, welche allesamt geschichtet sind, ohne jedoch einen Hemmungsbecher zu verwenden. Der hydraulische Kanaldurchmesser war ungefähr 1,02 mm (0,04 Zoll), was die Verwendung von 1,27 mm (0,05 Zoll) Kräuselungs- bzw. Wellenhöhe für die Elementkanäle beinhaltet. Die Schlußfolgerung des Versuches dieser Einheit bestand darin, daß diese für Explosionsflammenfronten versagt hat.

Beim Testen der Vorteile und unerwarteten Merkmale dieser Erfindung wird klar, daß die bekannten Vorrichtungen den Explosionshemmungsbecher benötigen, um eine nützliche Einheit zu liefern. Wir hatten daher die Leistungsfähigkeit einer Flammensperrkonstruktion mit den Lösch-elementen 60, 62, 64 und 66 verglichen, ohne jedoch die wirbelhervorrufenden Vorrichtungen dazwischen anzuordnen. An deren Stelle wurde der bekannte Explosionshemmungsbecher vor diesen Elementen positioniert entsprechend der Konstruktionskonfiguration von Figur 3 dieses U.S. Patentes. Der hydraulische Durchmesser der Kanäle in den Elementen der Versuchseinheit mit dem Hemmungsbecher, jedoch ohne den wirbelhervorrufenden Vorrichtungen, war derselbe wie der hydraulische Durchmesser der Kanäle in den Elementen der Konstruktion entsprechend dieser Erfindung. Die Flammensperrelemente hatten die folgenden

Eigenschaften:

- 1) Die Wellenhöhe des Kanals betrug 1,78 mm (0,070 Zoll),
- 5 2) jedes Element war ungefähr 50,8 mm (2 Zoll) dick,
- 3) jedes Element hatte einen Durchmesser von 241,3 mm (9,5 Zoll),
- 4) der hydraulische Durchmesser der Kanäle betrug 0,055 Zoll, also um 38 % größer als der hydraulische
- 10 Durchmesser von 1,02 mm (0,04 Zoll) der Elemente des obengenannten U.S. Patentes 4,909,730, und
- 5) die Metallfolie bzw. Metallplatte im gewellten Metallelement hat eine Dicke im Bereich von 0,25 mm
- 15 (0,01 Zoll).

Auf der Grundlage der obigen Versuchsbedingungen und Konstruktionskriterien sind die Ergebnisse in Tabelle 1 dargestellt. Dabei bedeutet Spalte A der Zulauf-Abstand

20 zur Hemmungsvorrichtung, d.h. der Abstand von der Gaszündung zur Sperrvorrichtung. Die Spalten B und C betreffen bekannte Vorrichtungen mit dem Explosionshemmungsbecher, und die Spalten D und E betreffen die vorliegende Erfindung. Die Spalten B und D geben den

25 stromauf der Hemmungsvorrichtung durch den Druckwandler gemessenen Druck in PSI an.

TABELLE I

A	B	C	D	E
STAND DER TECHNIK		VORLIEGENDE ERFINDUNG		
<u>Zulauf-Abstand ft.</u>	<u>Druck (PSI)</u>	<u>bestanden/nicht bestanden</u>	<u>Druck (PSI)</u>	<u>bestanden/nicht bestanden</u>
1	6.7	nicht bestanden	2	bestanden
2	3.3	nicht bestanden	3	bestanden
3	15	nicht bestanden	5.3	bestanden
4	0.9	bestanden	6	bestanden
5	5	bestanden	7.8	bestanden
6	6.7	bestanden	6	bestanden
7	5	bestanden	6	bestanden
8	26	bestanden	20	bestanden
9	26.3	bestanden	15	bestanden
10	350	nicht bestanden	75	bestanden
11	90	bestanden	20	bestanden
12	70	bestanden	900	bestanden
13	50	bestanden	806	bestanden
14	1129	nicht bestanden	250	bestanden
15	1200	nicht bestanden	1000	bestanden
16	725	nicht bestanden	900	bestanden
17	2000	nicht bestanden	800	bestanden
18	2000	nicht bestanden	500	bestanden

In allen Situationen von fortschreitenden Flammenarten, sei es bei Niederdruck-Abtrennung oder Hochdruck-Explosion, hat die Vorrichtung gemäß Figur 4 außerordentlich gut gearbeitet und war in allen Belangen
5 zufriedenstellend bzw. hat den Test "bestanden", wohingegen die dem Stand der Technik übliche Flammensperrvorrichtung verschiedentlich versagt bzw. den Test "nicht bestanden" hat.

10 Das bekannte System hat einen hydraulischen Kanaldurchmesser von 1,02 mm (0,04 Zoll) verwendet. Die erfindungsgemäße Flammensperrvorrichtung hat erfolgreich gearbeitet, selbst wenn der hydraulische Durchmesser der gewählten Kanäle bis zu 1,4 mm (0,055 Zoll) (38 % größer)
15 vergrößert wurde bei einer 90 %-iger Zunahme der hydraulischen Kanalfläche. Im Ergebnis ermöglicht die vorliegende Erfindung, daß die Flammensperre erfolgreich arbeitet mit erheblich größerem hydraulischen Kanaldurchmesser. Diese Bauweise verringert ein Verstopfen der
20 Elemente und verringert den Druckabfall der gewählten Banelemente um etwa 30 %. Wie zuvor erwähnt, können vergleichsweise ähnliche Vorteile bei Flammensperranwendungen mit kleineren hydraulischen Durchmessern in Systemen erzielt werden, welche mehr entflammbare Gase
25 beinhalten, z.B. Acetylen, Wasserstoff, Äthylen, Schwefelwasserstoff, u.ä. Bei solchen stark entflammbaren Gasen kann der hydraulische Durchmesser so gering sein wie 0,13 mm (0,005 Zoll), was aber noch größer ist als das, was bei bekannten Vorrichtungen benötigt würde. Es
30 versteht sich auch, daß in einigen Anwendungen mit weniger entflammbaren Gasen der hydraulische Durchmesser größer als 1,27 mm (0,05 Zoll) bis zu ungefähr 2,54 mm (0,10 Zoll) sein kann.

35 Diese Erfindung liefert eine einfach hergestellte Vorrichtung zum Löschen von sich ausbreitenden Flammen mit

einer minimalen Anzahl von Komponenten, um aber dennoch die meisten Anwendungen abzudecken und wiederholten Hochdruck-Explosionen standzuhalten.

5. Obwohl im vorliegenden bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung beschrieben sind, ist für den Fachmann klar, daß daran Variationen gemacht werden können, ohne den Schutzbereich der beigefügten Ansprüche zu verlassen.

693 05 351.8-08

EP 0 649 327

ANSPRÜCHE

- 5 1. Vorrichtung (16) zum Löschen einer sich entlang einer Leitung (12) ausbreitenden Flamme, wobei die sich ausbreitende Flamme wie jede Art von Abbrennflamme oder Explosionsflamme charakterisiert ist, wobei die Vorrichtung (16) umfaßt:
- 10 i) ein Gehäuse (36, 38, 44) mit einem Einlaß (18) und einem Auslaß (18) sowie Mittel (22, 24) zum Verbinden des Einlasses und des Auslasses in einer Leitung (12),
- ii) eine Flammenlöschvorrichtung (34),
- 15 iii) Mittel (54) zum Befestigen der Vorrichtung in dem Gehäuse,
- iv) wobei die Vorrichtung mehrere in Reihe angeordnete Elemente (60, 237, 128, 136) umfaßt, wobei jedes Element (60) mehrere sich
- 20 longitudinal erstreckende Kanäle (92) enthält, dadurch gekennzeichnet, daß
- v) ein Mittel (84) zum Hervorrufen von Turbulenz bzw. Wirbel in einer Flammenströmung durch die Elemente vorgesehen ist, wobei das wirbelher-
- 25 vorrufende Mittel (84) zwischen benachbarten Elementen (60) angeordnet ist und mehrere im Winkel angeordnete Schaufeln (84) umfaßt, die Oberflächen (104) aufweisen, die verhindern, daß eine direkte Flammenströmung, die von allen
- 30 und jedem einzelnen der mehreren Kanäle des einen der angrenzenden Elemente, austritt, eine turbulente Strömung in der Flamme hervorruft, die in alle und jeden einzelnen der mehreren Kanäle eines anderen der angrenzenden Elemente
- 35 eintritt, um hierdurch eine Wärmeübertragung von einer sich ausbreitenden Flamme in die

- Elemente (60) zu unterstützen,
- vi) wobei die Vorrichtung eine ausreichende Anzahl an Elementen (60) aufweist, um jede Art von Flamme zu löschen, welche sich entlang einer Leitung (12) ausbreitet, mit welcher die Vorrichtung verbunden ist, und
- vii) Mittel (30) zum Abdichten der Elemente (60) zum Gehäuse (34) hin, um die Flammenströmung nur durch die Elemente (60) und das wirbelhervorrufende Mittel (84) zu leiten.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei das wirbelhervorrufende Mittel (84) eine feste bzw. steife, an benachbarte Elemente (60) angrenzende Komponente ist, um die Elemente voneinander zu trennen, wobei die Komponente eine Dicke aufweist, die weniger als 10% einer longitudinalen Längendimension des Elements beträgt.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei das Element (60) aus gebogenem bzw. gewelltem Bandmetall ausgebildet ist, das um einen Kern derart gewickelt ist, um die sich longitudinal erstreckenden Kanäle (92) mit hydraulischen Durchmessern, die eine Flammenlöschung bewirken, zu definieren.
4. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei das Element (128) durch parallele Platten (132, 134) ausgebildet ist, um die longitudinalen Kanäle (130) mit hydraulischen Weiten, die eine Flammenlöschung bewirken, zu definieren.
5. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei das Element (124) durch ein Bündel sich parallel erstreckender Rohre (126) ausgebildet ist, wobei jedes Rohr einen

hydraulischen Durchmesser hat, der eine Flammenlöschung bewirkt.

- 5 6. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei das Element (136) aus einem Gitter sich schneidender Platten (138) gebildet ist, um die Kanäle (140) auszubilden, welche einen rechteckigen Querschnitt und eine hydraulische Querschnittsdimension haben, welche eine Flammenlöschung bewirkt.
- 10 7. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die longitudinalen Kanäle (92) der Elemente (60) einen effektiven hydraulischen Durchmesser aufweisen, der im Bereich von 0,13 mm (0,005 Zoll) bis 2,54 mm (0,10 Zoll) liegt.
- 15 8. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei jedes Element (60) aus gebogenem bzw. gewelltem Bandmetall gebildet ist, das um einen Kern derart gewickelt ist, um die sich longitudinal erstreckenden Kanäle (92) mit hydraulischen Durchmessern, die eine Flammenlöschung bewirken, zu definieren, wobei die Schaufeln (104) der Komponente (84) durch eine Streckmetallfolie definiert sind, wobei das Element (60) und die Komponente kreisförmig sind und äquivalente Durchmesser haben und das Dichtungsmittel eine Manschette (38) umfaßt, welche äußere Umfangsabschnitte der Elemente umgibt und kontaktiert, um hierdurch eine gesamte Flammenströmung aus dem Einlaß durch die Elemente zu leiten.
- 20 25 30 35 9. Vorrichtung nach Anspruch 8, wobei die Befestigungsmittel ein erstes Trärgitter (56), das an dem Element am Einlaß befestigt ist, und ein zweites Trärgitter (58), das an dem Element am Ausgang

befestigt ist, umfassen, wobei das Gehäuse (38) Mittel (46, 48, 50) an dem Einlaß und dem Auslaß umfaßt, um die Tränergitter an den jeweiligen Elementen festzuklemmen.

1/4

FIG.1.

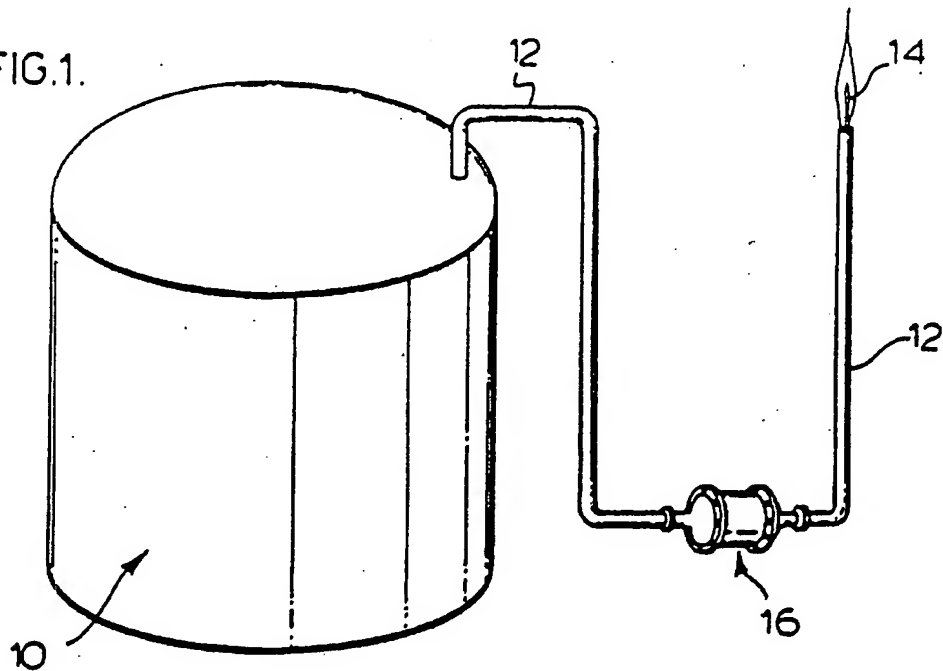
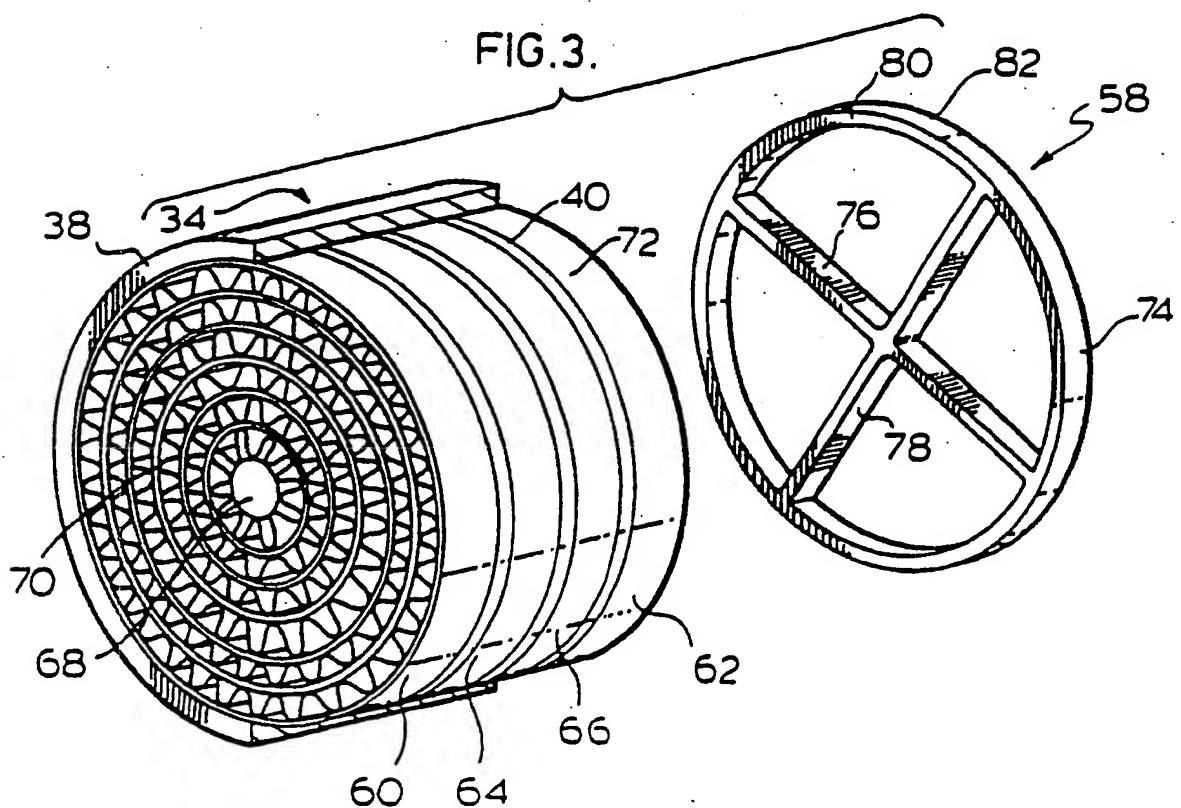


FIG.3.



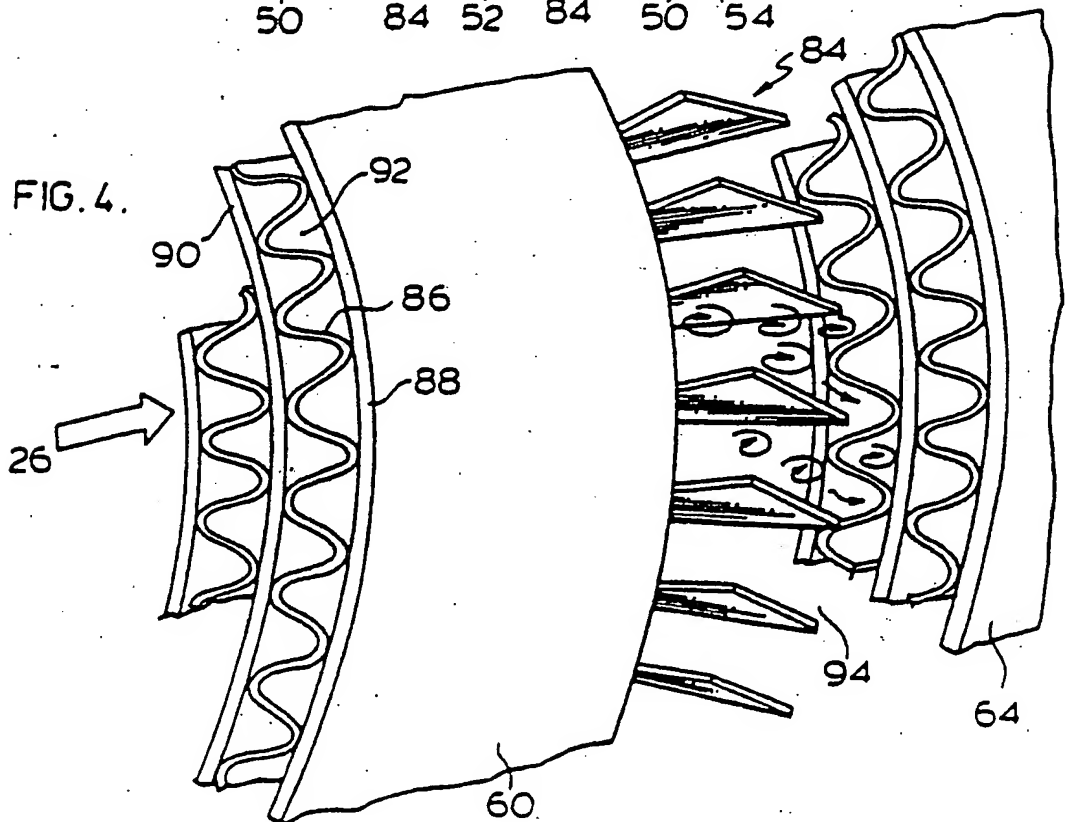
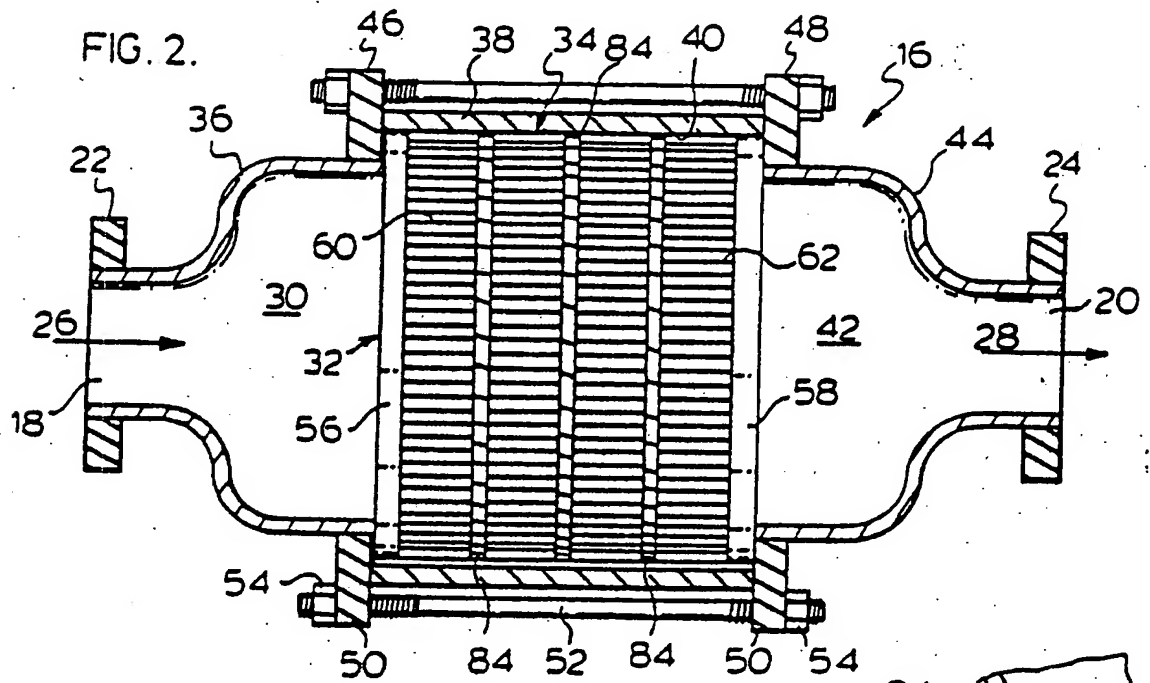


FIG. 5.

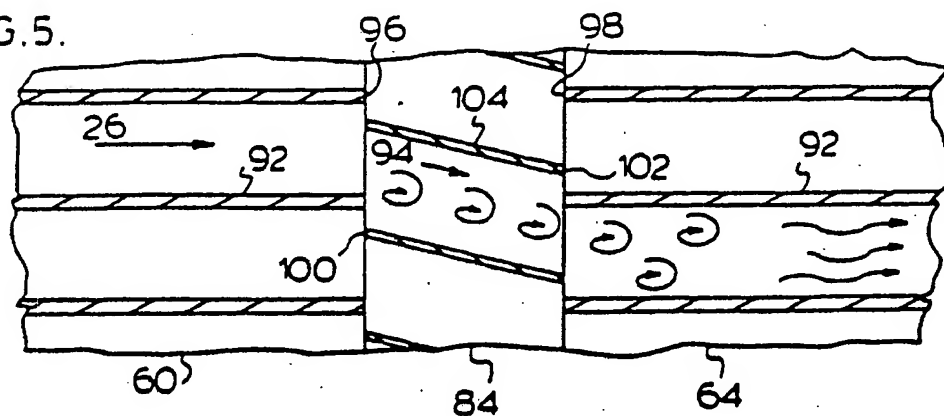


FIG. 9.

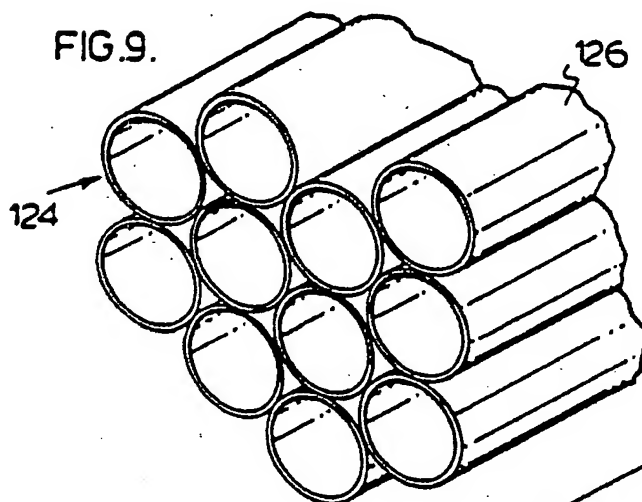


FIG. 10.

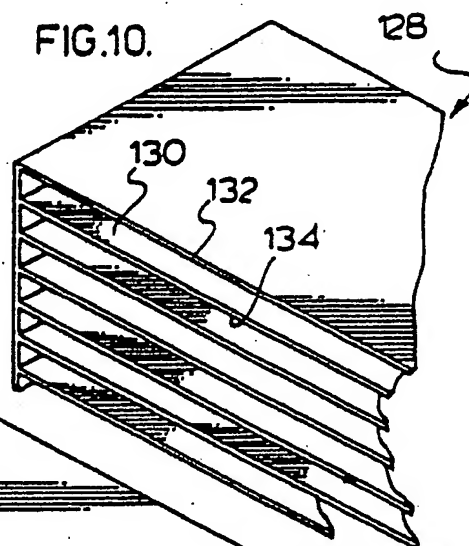
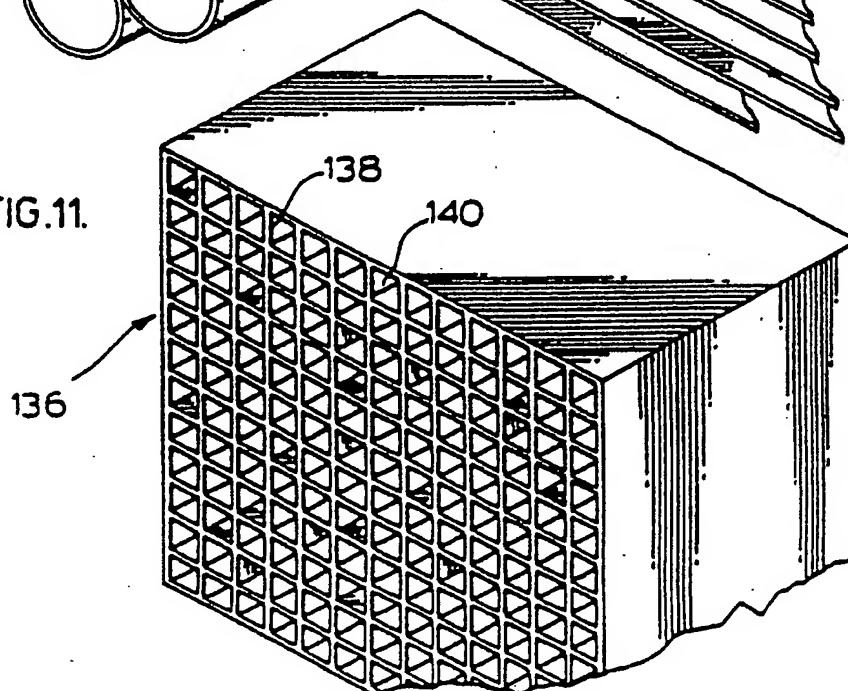
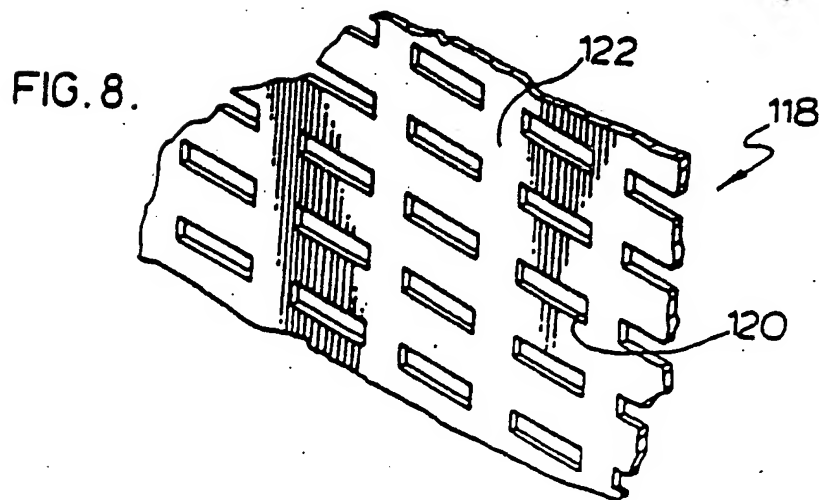
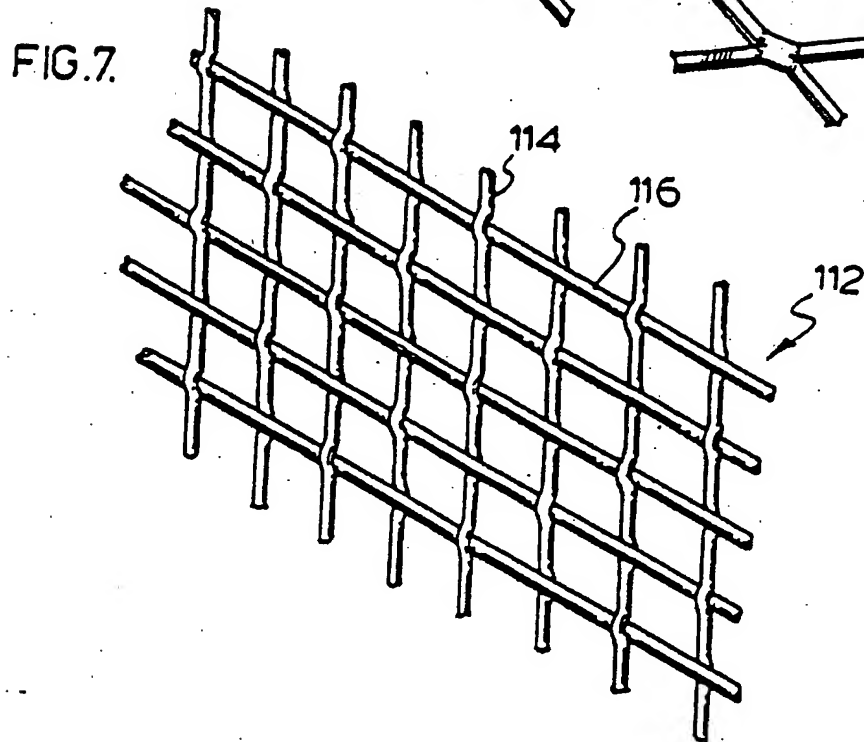
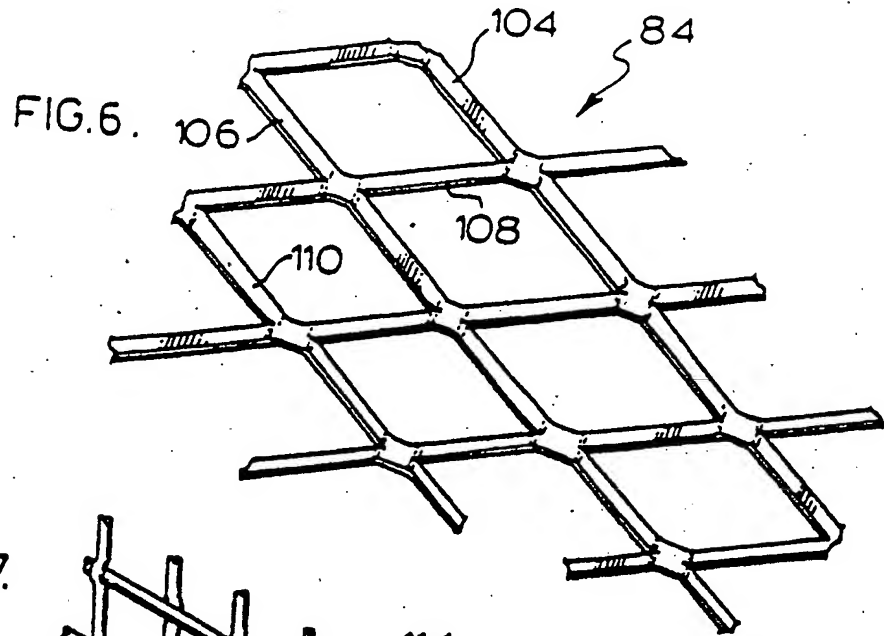
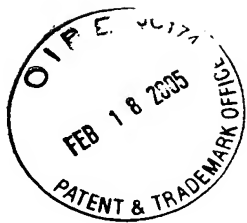


FIG. 11.







THIS PAGE BLANK (USPTO)